Aus dem Hygiene-Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. K. Botzenhart

Untersuchungen über die Badewasserqualität des Kirchentellinsfurter Baggersees während der Badesaison 1978

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der Medizinischen Fakultät
(Theoretische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Joachim Arno Groß
aus Calw

1984

UNIV.
LEIDEN
1951

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41536512_0025

Aus dem Hygiene-Institut der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. K. Botzenhart

Untersuchungen über die Badewasserqualität des Kirchentellinsfurter Baggersees während der Badesaison 1978

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin
der Medizinischen Fakultät
(Theoretische Medizin)
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Joachim Arno Groß
aus Calw

1984

Dekan:	Professor Dr. med. G. Fichtner
1. Berichterstatter:	Priv.-Doz. Dr. rer. nat. F. Schweinsberg
2. Berichterstatter:	Professor Dr. med. F. W. Schmahl

REFO-DRUCK HANS VOGLER TÜBINGEN

für Charlotte

Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle Herrn Priv.-Doz. Dr. F. Schweinsberg für die Überlassung des Themas und für die stets hilfreiche und freundliche Betreuung beim Verfassen dieser Dissertation.

Des weiteren gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. med. K. Botzenhart und allen Mitarbeitern des Hygiene - Institutes, die mir beim Erlernen der Untersuchungstechniken und beim Anfertigen von Geräten hilfreich zur Seite standen.

Der Gemeinde Kirchentellinsfurt und dem Deutschen Wetterdienst in Tübingen danke ich für die zur Verfügung gestellten Daten und die Auskünfte.

Ein Dankeschön auch allen Freunden, die mir beim Aufblasen des Paddelbootes und dem Transport der Wasserproben halfen.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite:
1. Einleitung	1
1.1. Badewasserqualität	1
1.2. Der Baggersee bei Kirchentellinsfurt	2
1.3. Besonderheiten der Badesaison 1978	6
1.4. Fragestellung	7
2. Material und Methode	8
2.1. Probeentnahmen	8
2.1.1. Entnahmestellen	8
2.1.2. Entnahmetermine	9
2.1.3. Entnahmegeräte	10
2.2. Untersuchungsmethoden	12
2.2.1. Untersuchungen vor Ort	12
2.2.2. Bakteriologische Untersuchungen	13
2.2.3. Physikalisch - chemische Untersuchungen	15
3. Ergebnisse	16
3.1. Untersuchungsergebnisse vor Ort	16
3.2. Bakteriologische Untersuchungsergebnisse	21
3.3. Physikalisch - chemische Untersuchungsergebnisse	24
3.4. Graphische Darstellung einzelner Untersuchungsergebnisse	30

Seite:

4. Bewertung der Ergebnisse 36

4.1. Bewertung der Untersuchungsergebnisse vor Ort 36
4.2. Bewertung der bakteriologischen Untersuchungsergebnisse 39
4.3. Bewertung der physikalisch - chemischen Untersuchungsergebnisse 44
4.4. Zusammenfassende Bewertung 46

5. Zusammenfassung 48

6. Literaturverzeichnis 49

1. Einleitung

1.1. Badewasserqualität

Welche Kriterien und Maßstäbe sollen zur Beurteilung über die Tauglichkeit von Oberflächengewässern zu Badezwecken herangezogen und angelegt werden? "Als Kriterien für die Wasserbeurteilung werden von den einzelnen Stellen bzw. Autoren die unterschiedlichsten Werte angegeben." (19, S. 75) Bis zum Jahr 1975 gab es keine einheitlichen Richtlinien, die die Anforderungen an die Badewasserqualität innerhalb der Bundesrepublik Deutschland, der Europäischen Gemeinschaft oder gar weltweit klar geregelt hätten.

In der Richtlinie des Rates der Europäischen Gemeinschaften vom 8. Dezember 1975 über die Qualität der Badegewässer (18) werden Qualitätsanforderungen an Badegewässer aufgestellt; diese Richtlinie ist mit ihrer Bekanntgabe an die Bundesregierung am 15. Dezember 1975 wirksam geworden und in der Anlage zum Gemeinsamen Amtsblatt des Landes Baden - Württemberg vom 17. Oktober 1978 (Erlaß über die Qualität von Badegewässern) (6) abgedruckt.

Im Anhang der EG - Richtlinie sind die einzelnen mikrobiologischen sowie die physikalisch - chemischen Parameter aufgeführt und zum Teil mit Leitwerten = (guide) = G und zwingenden Werten = (imperativ) = I versehen. Auf diese Werte wird im Folgenden noch näher eingegangen. Mindesthäufigkeit der Probenahmen und die Analysen- oder Prüfungsverfahren für die einzelnen Parameter werden in der Richtlinie ebenfalls aufgeführt.

1.2. Der Baggersee bei Kirchentellinsfurt

Der zwischen der Bundesstraße B 297 und dem Neckar nördlich von Kirchentellinsfurt gelegene Baggersee entstand nach Angaben eines Vertreters der Gemeinde Kirchentellinsfurt um 1929 durch Kiesabbau. Auch heute noch wird mit Hilfe eines Schwimmbaggers der Firma Epple am östlichen Ende des Sees Kies abgebaut; hierdurch nimmt die Größe des Sees ständig zu.
Ein Zufluß durch Oberflächengewässer besteht nicht, jedoch eine Durchströmung mit Grundwasser.
Die Fläche des Baggersees zum Zeitpunkt der Untersuchungen betrug ca. 20 ha bei einer Länge von ca. 1200 m und einer Breite von ca. 200 m. Die Tiefe wird mit ca. 5 m angegeben. Die Ufer des Sees sind bis auf einen kleinen Kiesstrand (Entnahmestelle IV, siehe Abb. 1) steil abfallend.

Der als Erholungsgebiet ausgewiesene Baggersee, in dem nach Auskunft des Staatlichen Gesundheitsamtes Tübingen das Baden "geduldet" wird, ist im Sinne der EG-Richtlinie (18) ein "Badegewässer".
Unter "Badegewässer" versteht die Richtlinie:

"(...) die fließenden oder stehenden Binnengewässer oder Teile dieser Gewässer sowie Meerwasser, in denen das Baden

- von den zuständigen Behörden eines jeden Mitgliedstaats ausdrücklich gestattet ist oder
- nicht untersagt ist und in denen üblicherweise eine große Anzahl von Personen badet; (...)"

(18, Art. 1 Abs. 2a).

An sonnigen und warmen Wochenenden lockt der Baggersee bei Kirchentellinsfurt mehrere tausend Besucher

zum Schwimmen, Paddeln, Segeln und Surfen aus der ganzen Umgebung an. Im "Reutlinger Generalanzeiger" vom 4. August 1978 wird er als "das beliebteste Badegewässer zwischen Stuttgart und Bodensee" bezeichnet.

Nach Aussagen eines Vertreters der Gemeinde Kirchentellinsfurt, die an den warmen Sommerwochenendtagen 1978 eine Parkgebühr von DM 2.- pro PKW und DM 1.- pro Motorrad kassierte, werden die Besucherzahlen an warmen Wochenendtagen auf 8000 bis 10000 geschätzt, sogar Besucherzahlen bis 15000 seien schon registriert worden.

Die Aufsicht über den starken Badebetrieb in den Sommermonaten wird an Wochenenden von der Station der Deutschen Lebensrettungsgesellschaft (DLRG) übernommen, die mit einem Aussichtsturm, einem Bootssteg und einem Motorboot ausgerüstet ist.

Duschen und Umkleidekabinen sind nicht vorhanden; während der Badesaison wird von der Gemeinde Kirchentellinsfurt ein Toilettenwagen aufgestellt.

Als Parkplätze dienen die Wiesen und geschotterte Flächen entlang dem Nordufer des Sees (siehe Abb. 1); ebenfalls am Nordufer befinden sich zwei Kioske, Liegewiesen und Feuerstellen sowie ein Bootssteg für Segelboote (Entnahmestelle III).

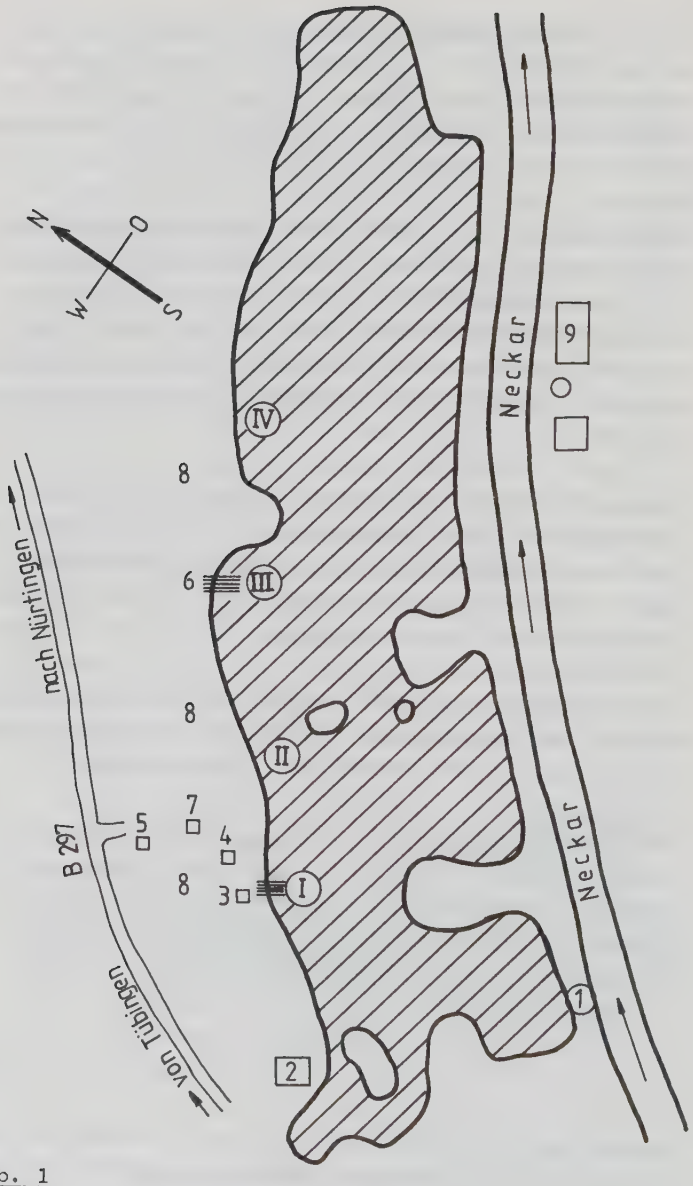

Abb. 1

Skizze des Baggersees bei Kirchentellinsfurt

Erläuterungen zu Abb. 1

I - IV = Entnahmestellen
1 = Damm-Bruchstelle
2 = Kieswerk
3 = DLRG-Station mit Bootssteg
4 = Kiosk
5 = Kartenhäuschen
6 = Bootssteg für Segelboote
7 = Toilettenwagen
8 = Parkplätze und Liegewiesen
9 = Kläranlage

1.3. Besonderheiten der Badesaison 1978

Zwei Besonderheiten kennzeichnen die Badesaison 1978 am Kirchentellinsfurter Baggersee:

1. Ein zum großen Teil kühler und verregneter Sommer, so daß nur wenige Wochenenden zum Baden genutzt werden konnten.

2. Sintflutartige Regenfälle am 23./24. Mai und am 7. August 1978.

Am 23./24. Mai betrugen die Niederschläge nach Angaben des Deutschen Wetterdienstes in Tübingen 4,95 cm bzw. 6,04 cm; innerhalb eines Tages erreichten damit die Niederschläge beinahe das langjährige Mai - Soll von 76 Liter/m^2 .
Die Folge waren eine Überschwemmung des gesamten Neckartales bei Kirchentellinsfurt einschließlich der Bundesstraße B 297 und ein mehrere Meter breiter Bruch des Dammes zwischen Neckar und Baggersee an dessen süd - westlicher Spitze (siehe Abb. 1).

Der See wurde während der Zeit des Damm - Bruches von Neckarwasser durchflossen; der Wasserspiegel des Sees stieg um ca. 50 cm bis der Damm Mitte Juni 1978 wieder provisorisch aufgeschüttet war.

Nach starken Regenfällen am 7. August (4,13 cm) wurde das Gebiet um den Baggersee wieder überschwemmt, der provisorisch errichtete Damm brach erneut, wieder floß Neckarwasser in den See.

Mitte August 1978 wurde der Damm endgültig repariert.

1.4. Fragestellung

Die Fragestellung der Arbeit lautet:

1. Genügt die Wasserqualität des Baggersees bei Kirchentellinsfurt den Ansprüchen, die an ein Badegewässer zu stellen sind?

2. Welchen Einfluß haben Badegäste auf die Badewasserqualität?

Die Beantwortung dieser beiden Fragen wird erschwert durch die Besonderheiten der Badesaison 1978 mit den starken Regenfällen und dem zweimaligen Bruch des Dammes zwischen See und Neckar (vgl. 1.3.) und wirft so eine weitere Frage auf:

3. Welchen Einfluß hat das eingeströmte Neckarwasser auf die Badewasserqualität und auf die allgemeine Wasserbeschaffenheit des Sees?

2. Material und Methode

2.1. Probeentnahmen

2.1.1. Entnahmestellen

In der Richtlinie des Rates der EG (18) wird in Art.6 Abs.2 gefordert, daß die Proben vorzugsweise 30 cm unter der Wasseroberfläche an den Stellen entnommen werden, wo durchschnittlich der stärkste tägliche Badebetrieb herrscht. Die Probenahme soll zwei Wochen vor Beginn der Badesaison beginnen. CARLSON (4) fordert, daß wenigstens drei an verschiedenen Stellen des Freibadegewässers entnommene Proben untersucht werden sollen.

Die Probeentnahmen für die bakteriologischen Untersuchungen am Kirchentellinsfurter Baggersee erfolgten an dem von den Besuchern fast ausschließlich benutzten Nordufer an vier verschiedenen Stellen (I - IV, Abb. 1):

I : Bootssteg der DLRG-Station; wenig Badebetrieb
II : relativ steil abfallendes Ufer mit starkem Badebetrieb
III: Bootssteg für Segelboote, der auch von den Badegästen stark frequentiert wird
IV : flacher Kiesstrand, der vorwiegend von Kindern und Nichtschwimmern zum Baden genutzt wird

An den Entnahmestellen I und III wurden die Wasserproben vom Bootssteg aus entnommen, an den Entnahmestellen II und IV von einem aufblasbaren Paddelboot aus.

Die Entnahmetiefe betrug 30 cm, die Entfernung vom Ufer jeweils ca. 5 m.
An diesen Stellen wurden auch die Sichttiefe und die Wassertemperatur in 30 cm Tiefe bestimmt.
Die Proben für die physikalisch-chemischen Untersuchungen wurden ebenfalls in 30 cm Tiefe, 5 m vom Ufer entfernt, an den Stellen I und III entnommen.

2.1.2. Entnahmetermine

Die Entnahmen der Wasserproben für die bakteriologischen Parameter erfolgten, wie in der EG-Richtlinie (18) vorgesehen, während der Badesaison in ca. 14-tägigen Abständen; leichte Abweichungen von diesem 14-tägigen Rhythmus waren bedingt durch:

a) das Bestreben, auch sehr starken Badebetrieb an heißen Wochenenden mitzuerfassen,
b) technische Probleme nach den beiden Überschwemmungen und das Ziel, die hierfür spezifischen Veränderungen zu registrieren und
c) organisatorische Probleme (wie z.B Transport und Verarbeitung der Wasserproben).

Die Untersuchungen vor Ort wurden an denselben Terminen vorgenommen wie die Probeentnahmen für die bakteriologischen Untersuchungen, die physikalisch-chemischen Parameter wurden in einem Zeitabstand von drei bis vier Wochen untersucht.

Die ersten Probeentnahmen erfolgten am 20.3.1978, die letzten am 20.11.1978 (Entnahmetermine siehe Tab. 1 - 18).

2.1.3. Entnahmegeräte

Die Entnahme der Wasserproben für die bakteriologischen Untersuchungen erfolgte mit Hilfe eines in der Werkstatt des Hygiene - Institutes nach eigenen Angaben gebauten Entnahmegerätes; in dieses wurden 250 ml - Glasflaschen mit geschliffenen Glasstopfen eingesetzt und unter Wasser gefüllt und wieder geschlossen (Abb. 2).

Vor den Probeentnahmen wurden die vorhandenen Schutzfolien aus Aluminium vom Flaschenhals und Glasstopfen entfernt und die Außenflächen der Glasflaschen sowie der untere Teil des Entnahmegerätes mit der Flamme eines Campinggaskochers möglichst keimarm gemacht, um das Einschwemmen von Keimen von der Oberfläche der Glasflasche oder des Entnahmegerätes in die Wasserprobe zu verhindern.

Zur Entnahme der Wasserproben für die physikalisch - chemischen Parameter wurden 1 Liter - Steilbrustflaschen verwendet, deren Glasstopfen und Hals zum Schutz gegen Verunreinigung mit Aluminiumfolie überdeckt waren.

Zur Bestimmung des Sauerstoff - Gehalts wurden WINKLER - Flaschen verwandt.

Erläuterungen zu Abb. 2

Zwischen dem oberen und unteren Bildteil wurde die Gesamtlänge des Entnahmegerätes zugunsten einer deutlicheren Darstellung der wesentlichen Teile um ca. 1 m verkürzt.

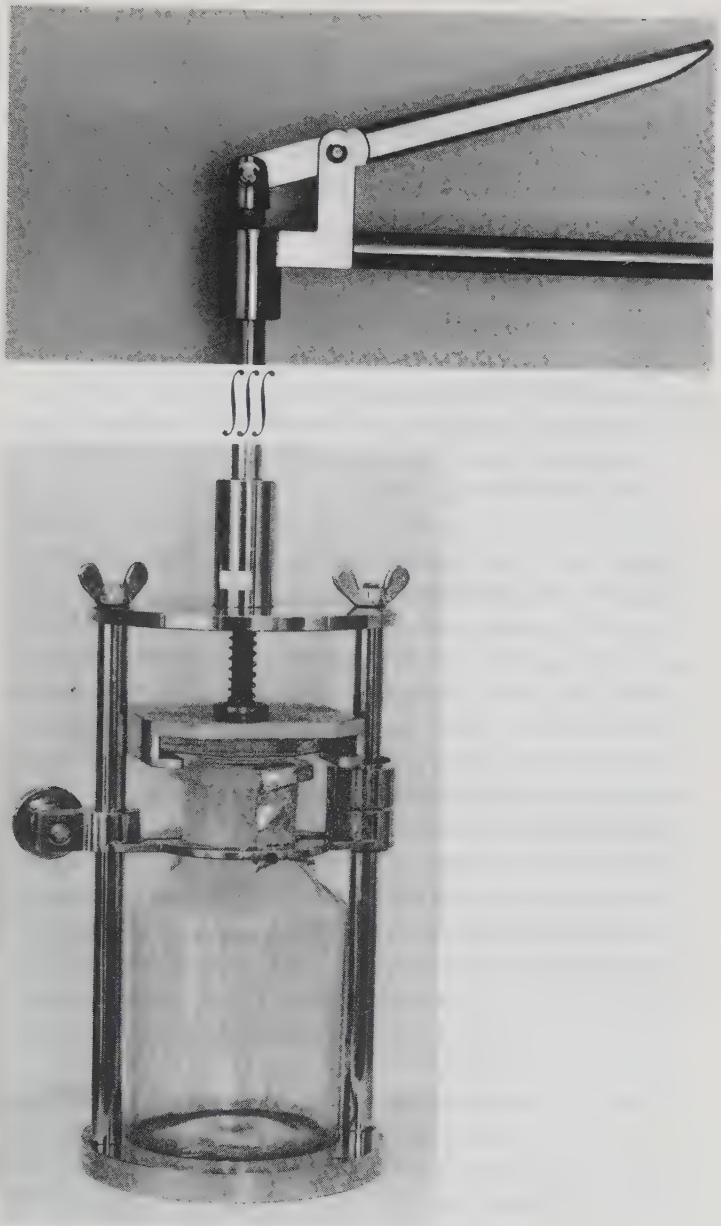

Abb. 2 Entnahmegerät

2.2. Untersuchungsmethoden

2.2.1. Untersuchungen vor Ort

Die Untersuchungen vor Ort beinhalteten folgende Parameter:

a) Lufttemperatur
b) Wassertemperatur
c) Sichttiefe (Transparenz) an den vier Entnahmestellen I - IV
d) Sonstige Angaben (z.B. Geruch, Öl auf dem See, Schaumbildung, Besucherzahlen, Überflutung, Algenbesiedlung, usw.)

Wasser- und Lufttemperatur wurden mit geeichten Thermometern gemessen.
Die Sichttiefe wurde mit der SECCHI - Scheibe bestimmt; diese besteht aus einer quadratischen, weiß lackierten Metallscheibe mit einer Kantenlänge von 20 cm und einer in der Mitte des Quadrates angebrachten Schnur, an welcher die SECCHI - Scheibe parallel zur Wasseroberfläche so tief in das zu untersuchende Gewässer abgelassen wird, bis diese nicht mehr sichtbar ist; die an der Schnur abgelesene Distanz von der SECCHI - Scheibe bis zur Wasseroberfläche (in cm) wird als Sichttiefe bezeichnet (vgl. 12).

2.2.2. Bakteriologische Untersuchungen

Es wurden untersucht:

a) Titer für Escherichia coli
b) Titer für koliforme Keime
c) Koloniezahl

Zu a) und b):

Der Titer ist die in ml ausgedrückte kleinste Wassermenge, in der der betreffende Keim noch nachweisbar ist (12).

Die Bestimmung des E. coli - Titers und des Titers für koliforme Keime erfolgte durch eine in Zehnerschritten (100 ml bis 10^{-6} ml) angesetzte Verdünnungsreihe mit Laktosebouillon und anschließender Bebrütung bei 37°C für 20 h bzw. 44 h nach dem in Anlage 2 der Trinkwasserverordnung vom 15. Februar 1975 angegebenen Untersuchungsverfahren (20).
Nach Gas- und Säurebildung aus Laktose wurde auf ENDO - Agar abgeimpft und weitere 24 h bei 37°C bebrütet, verdächtige Einzelkolonien (Metallglanz, Fuchsinrötung) für 4 - 6 h bei 37°C in Tryptophanbouillon bebrütet und anschließend auf die Merkmale Cytochromoxydasereaktion, Laktosevergärung, Ausnutzung von Citrat als einziger Kohlenstoffquelle, Indolbildung aus tryptophanhaltiger Bouillon sowie Reinheit der Kulturen untersucht.

Die Ergebnisse wurden nach den folgenden Kriterien für das Verhalten der Keime abgelesen:
(Bei Laktosevergärung steht das erste Vorzeichen für Gasbildung, das zweite für Säurebildung)

Für E. coli:

Reinheitskontrolle	:	rein
Cytochromoxydase	:	-
Laktose 37°C/20 h	:	+/+
Laktose 44°C/20 h	:	+/+
Indol	:	+
Citrat	:	-

Für koliforme Keime:

Reinheitskontrolle	:	rein
Cytochromoxydase	:	-
Laktose 37°C/20 h	:	+/+ oder -/-
Laktose 37°C/44 h	:	+/+
Laktose 44°C/20 h	:	-/- oder +/- oder +/+
Indol	:	- oder +
Citrat	:	+ oder -

Zu c):

Die Bestimmung der Koloniezahl wurde ebenfalls nach der Trinkwasserverordnung von 1975 (20) durchgeführt. Ein ml des zu untersuchenden Wassers wurde mit 11 ml eines handwarmen, sterilen Flüssigagars (nährstoffreich, peptonhaltig) vermischt; die nach 44 h bei 22°C auf der Gußplatte gewachsenen Kolonien wurden mit einer sechsfachen Lupenvergrößerung auf dem Zählapparat nach WOLFFHÜGEL ausgezählt (12, 20).

2.2.3. Physikalisch - chemische Untersuchungen

Folgende Parameter wurden nach den in Klammern angegebenen Methoden bestimmt:

1. pH - Wert
   (elektrometrisch)
2. Ammonium
   (photometrisch mit NESSLER's Reagenz) (12)
3. Nitrit
   (photometrisch nach GRIESS - ILOSVAY) (12)
4. Nitrat
   (photometrisch mit Natriumsalicylat) (12)
5. Phosphat
   (photometrisch nach AKTINS, DENIGÈS,
   modifiziert nach OHLE) (12)
6. Chlorid
   (maßanalytisch mit Silbernitrat
   und Kaliumchromat) (7)
7. Sulfat
   (maßanalytisch nach Kationen - Austausch) (7)
8. Gesamthärte, Karbonathärte und Bleibende Härte
   (Schnellmethode mit Titriplex,
   genaue Bestimmung des Hydrogenkarbonat - Ions
   und der Karbonathärte nach LUNGE,
   rechnerische Ermittlung der Nichtkarbonathärte) (12)
9. Kaliumpermanganat - Verbrauch
   (nach KUBEL) (12)
10. Sauerstoffgehalt
    (maßanalytisch nach WINKLER) (7)

Anmerkung:
In den Wasserproben enthaltener Bodensatz wurde vor den Untersuchungen abfiltriert.

3. Ergebnisse

3.1. Untersuchungsergebnisse vor Ort

Tab. 1 Sichttiefe (in cm)

Datum	Entnahmestellen			
	I	II	III	IV
20.03.1978	-	120	-	-
03.04.	120	120	130	130
12.04.	120	-	120	-
18.04.	100	100	120	120
20.04.	80	-	80	-
08.05.	70	70	70	70
22.05.	70	70	80	80
29.05.	70	60	60	60
02.06.	70	70	80	70
06.06.	80	80	70	70
20.06.	90	90	100	100
03.07.	80	80	70	80
18.07.	70	80	80	80
23.07.	40	70	80	80
30.07.	30	50	25	50
15.08.	30	40	40	45
20.08.	40	50	50	60
23.08.	40	-	-	-
04.09.	80	80	100	100
17.09.	50	60	60	70
20.11.	120	130	120	120

Für alle Tabellen gilt:

- : es liegt kein Ergebnis vor

Tab. 2 Wassertemperatur, Lufttemperatur und Uhrzeit bei Probeentnahme

Datum	Uhrzeit	Wasser-temperatur (°C)	Luft-temperatur (°C)
20.03.1978	13 h	6	-
03.04.	11 h	11	12
12.04.	12 h	8	13
18.04.	11 h	8	9
20.04.	11 h	11	18
08.05.	13 h	13	14
22.05.	11 h	17	17
29.05.	11 h	15	23
02.06.	15 h	20	31
06.06.	13 h	23	-
20.06.	12 h	19	20
03.07.	11 h	19	22
18.07.	10 h	21	21
23.07.	18 h	21	21
20.07.	16 h	24	32
15.08.	11 h	20	23
20.08.	19 h	23	23
04.09.	10 h	18	14
17.09.	18 h	20	20
20.11.	12 h	8	-

Die Wassertemperatur wurde bei I und III (Abb. 1) gemessen (vgl. 2.1.1.); die Werte waren jeweils identisch.

Tab. 3 Zusätzliche Beobachtungen vor Ort

Bei den Ortsbesichtigungen wurde jeweils besonders auf die Bildung von Ölfilmen auf der Wasseroberfläche bzw. Ölgeruch, auf sonstige Geruchentwicklung (z.B. Phenol) und Schaumentwicklung (z.B. Tenside) geachtet; wenn im Folgenden nicht besonders erwähnt, waren die Befunde der oben genannten Parameter negativ.

Datum	Beobachtungen
8./9.04.1978	erste Aktivitäten der Segler
18.04.	bei II und IV vereinzelt Schaumbildung
20.04.	leichte Schaumbildung bei III
22.05.	bei I und III vereinzelt Schaumbildung
23./24.05.	Hochwasser durch Dauerregen und Überflutung des ganzen Gebietes um den See
29.05.	fischig - modriger Geruch (bei III besonders ausgeprägt), erheblich gestiegener Wasserspiegel, Verschlammung des Seeufers, Treibholz im See, Einfließen von Neckarwasser in den See
2.06.	inzwischen fließt Seewasser in den Neckar, starke Veralgung mit Entstehen von grünen Blasen beim Eintauchen der Paddel, vereinzelt Badegäste
3./4.06.	sehr heißes Wochenende, ca. 1500 Autos und ca. 5000 Besucher
6.06.	bei II ca. 50 cm breiter Teppich aus Algen, Laub und Ästen entlang dem Ufer

Fortsetzung Tab. 3

Datum	Beobachtungen
10./11.06.	sehr kühl, kein Badebetrieb
17./18.06.	sehr kühl, kein Badebetrieb
20.06.	Damm inzwischen provisorisch repariert
8./9.07.	sehr kühl, kein Badebetrieb
15./16.07.	warm, Badebetrieb, ca. 1000 Autos
18.07.	Ufer durch abgesunkenen Wasserspiegel verschlammt
23.07.	warm und sonnig, Badebetrieb, ca. 1000 Autos
	an den folgenden fünf Tagen ebenfalls warm und Badebetrieb
29./30.07.	sehr warmes Wochenende, stärkster Badebetrieb der Badesaison 1978, ca. 1000 bzw. 1400 Autos, weitere Autos außerhalb der offiziellen Parkplätze, Lufttemperatur am 30.07. um 16 h 32 °C
5./6.08.	warm, nach Aussagen von DLRG - Mitgliedern relativ viel Badebetrieb und Bildung von grünen Blasen auf dem ganzen See ("als ob er gegärt hätte")
7.08.	starke Niederschläge, erneuter Dammbruch
15.08.	warm, Wasser sehr schmutzig, ein Besucher, der verärgert wieder abzieht: "In der Dreckbrühe kann man doch nicht baden!"

Fortsetzung Tab. 3

Datum	Beobachtungen
18.08.	Damm wieder repariert, Neckarwasser fließt nicht mehr in den See
19./20.08.	Badebetrieb, ca. 250 bzw. 700 Autos, Farbe des Sees schmutzig, schwarz - grün
23.08.	starke Veralgung und Blasenbildung am ganzen See
4.09.	Schaumbildung am Ufer bei III und IV
17.09.	kein Badebetrieb aber viele Surfer, Segler und Paddler
20.11.	minimale Schaumbildung am Ufer

3.2. Bakteriologische Untersuchungsergebnisse

Für Tab. 4 und 5 gilt:

- : es liegt kein Ergebnis vor
Ø : in 100 ml kein E. coli bzw. koliformer Keim nachweisbar

Tab. 4 E. coli - Titer

Datum	Entnahmestellen			
	I	II	III	IV
20.03.1978	-	Ø	-	-
03.04.	100	100	100	Ø
18.04.	Ø	100	Ø	Ø
08.05.	100	Ø	100	Ø
22.05.	1	100	10	10
29.05.	10	10	0,1	0,1
02.06.	0,1	10	1	100
06.06.	1	10	10	100
20.06.	10	100	10	10
03.07.	10	100	10	Ø
18.07.	10	100	100	100
23.07.	10	10	10	-
30.07.	0,1	100	1	10
15.08.	0,01	1	10	1
20.08.	1	10	1	10
04.09.	1	1	10	1
17.09.	10	10	10	1
20.11.	100	100	10	100

Tab. 5 Koliforme Keime - Titer

Datum	Entnahmestellen			
	I	II	III	IV
20.03.1978	-	Ø	-	-
03.04.	1	10	1	Ø
18.04.	Ø	100	Ø	Ø
08.05.	100	Ø	100	1
22.05.	1	100	10	10
29.05.	10	0,1	0,01	0,01
02.06.	0,1	10	1	0,1
06.06.	1	10	10	10
20.06.	1	1	10	10
03.07.	1	10	10	Ø
18.07.	10	100	100	100
23.07.	10	10	10	-
30.07.	0,1	10	1	1
15.08.	0,01	1	1	1
20.08.	0,1	10	1	0,1
04.09.	1	1	10	1
17.09.	10	1	10	1
20.11.	1	100	10	100

Tab. 6 Koloniezahl (in 1 ml)

Datum	Entnahmestellen			
	I	II	III	IV
20.03.1978	-	170	-	-
03.04.	63	19	22	17
18.04.	28	33	30	25
08.05.	30	59	20	66
22.05.	435	105	100	140
29.05.	2850	6200	8500	9700
02.06.	415	110	222	113
06.06.	277	40	283	337
20.06.	264	172	352	265
03.07.	134	91	178	149
18.07.	205	177	342	228
23.07.	273	710	896	-
30.07.	947	176	726	453
15.08.	1824	684	342	285
20.08.	2679	1482	1539	1710
04.09.	1368	684	627	627
17.09.	648	456	2451	342
20.11.	386	186	203	118

3.3. Physikalisch - chemische Untersuchungsergebnisse

Tab. 7 pH - Wert

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	8,4	8,4
03.04.	8,0	8,1
18.04.	8,1	8,1
08.05.	7,9	7,9
22.05.	8,0	8,1
29.05.	8,1	8,1
06.06.	8,2	8,4
20.06.	8,0	8,1
18.07.	8,3	8,4
15.08.	7,9	7,9
17.09.	8,3	8,3
20.11.	7,8	7,9

Tab. 8 Ammonium (mg/l)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	0	0
18.04.	0	0
22.05.	0	0
29.05.	positiv +)	positiv +)
20.06.	positiv +)	positiv +)
18.07.	0,18	0,10
15.08.	0,76	0,55
17.09.	1,52	1,52
20.11.	1,05	1,05

+) infolge Trübung nicht meßbar

Tab. 9 Nitrit (mg/l)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	0,04	0,04
18.04.	0,05	0,04
22.05.	0,065	0,065
29.05.	0,13	0,135
20.06.	0,3	0,3
18.07.	0,33	0,33
15.08.	0,23	0,21
17.09.	0,22	0,22
20.11.	0,09	0,09

Tab. 10 Nitrat (mg/l)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	3,o	3,0
18.04.	3,0	3,0
22.05.	2,5	3,0
29.05.	18,0	18,0
20.06.	9,3	10,5
18.07.	8,9	8,3
15.08.	11,0	9,0
17.09.	2,3	2,3
20.11.	3,6	3,4

Tab. 11 Phosphat (mg/l)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	<0,1	<0,1
18.04.	<0,1	<0,1
22.05.	<0,1	<0,1
29.05.	0,65	0,62
20.06.	0,23	0,18
18.07.	<0,1	0,15
15.08.	0,72	0,67
17.09.	0,47	0,47
20.11.	0,1	<0,1

Tab. 12 Chlorid (mg/l)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	35	35
18.04.	36	36
22.05.	37	37
29.05.	23,5	23,5
20.06.	26,1	26,1
18.07.	25,8	25,8
15.08.	15	15
17.09.	19,3	19,3
20.11.	22,5	22,5

Tab. 13 Sulfat (mg/l)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	161	161
18.04.	152	152
08.05.	138	150
29.05.	96	96
20.06.	100	100
18.07.	104	77
15.08.	52	52
17.09.	36,5	50
20.11.	73	73

Tab. 14 Gesamthärte (grad dH)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	21,4	20,0
18.04.	19,9	19,9
20.04.	16,8	16,5
08.05	19,0	19,2
29.05.	19,2	19,2
20.06.	17,9	17,4
18.07.	19,0	17,6
15.08.	12,3	11,8
17.09.	11,7	11,7
20.11.	14,0	15,1

Tab. 15 Karbonathärte (grad dH)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	12,4	11,7
18.04.	11,5	11,5
20.04.	11,6	11,6
08.05.	10,4	10,3
29.05.	13,2	13,2
20.06.	11,1	10,9
18.07.	12,3	12,0
15.08.	9,0	8,7
17.09.	10,1	9,5
20.11.	11,5	11,5

Tab. 16 Bleibende Härte (grad dH)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	9,0	8,3
18.04.	8,4	8,4
20.04.	5,2	4,9
08.05.	8,6	8,9
29.05.	6,0	6,0
20.06.	6,8	6,5
18.07.	6,7	5,6
15.08.	3,3	3,1
17.09.	1,6	2,2
20.11.	2,5	3,6

Tab. 17 Kaliumpermanganat - Verbrauch
(mg/l organische Substanz)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III
20.03.1978	10,7	11,4
18.04.	13,3	12,5
22.05.	14,9	12,0
29.05.	17,7	14,5
20.06.	17,5	18,6
18.07.	18,3	18,7
15.08.	28,0	28,1
17.09.	29.7	26,9
20.11.	25,3	24,5

Tab. 18 Sauerstoffgehalt (mg/l),
in Klammern die dazugehörigen
O_2 - Sättigungswerte (%),
Wassertemperatur bei Entnahme (^{o}C)

Datum	Entnahme-stelle I	Entnahme-stelle III	Wasser-temperatur
12.04.1978	11,2 (97)	11,5 (100)	8
20.04.	10,7 (100)	11,1 (104)	11
29.05.	9,6 (98)	8,2 (84)	15
20.06.	10,1 (112)	10,1 (112)	19
15.08.	4,9 (55)	4,9 (55)	20
20.08.	27,4 (326)	25,3 (302)	23
04.09.	4,5 (49)	4,8 (52)	18
17.09.	8,6 (97)	7,7 (87)	20
20.11.	8,5 (74)	8,5 (74)	8

3.4. Graphische Darstellung einzelner Untersuchungsergebnisse

Bei den folgenden Abbildungen wird das Untersuchungsdatum auf der Abszisse aufgetragen.
Der Abstand zwischen den beiden letzten Daten ist verkürzt dargestellt.

Bei den Abbildungen 5, 6 und 7 sind die Werte auf der Ordinate logarithmisch aufgetragen.

Bei den Abbildungen 3 und 7 sind die Streubreiten der Untersuchungsergebnisse durch senkrechte Linien, die arithmetischen Mittelwerte durch X gekennzeichnet.

Bei den Abbildungen 5 und 6 stellen die Punkte einzelne Meßwerte, die durchgezogenen senkrechten Linien die Streubreiten der gefundenen Titer dar.

Abkürzungen:

H : nach Hochwasser
B : nach starkem Badebetrieb
B! : nach Badebetrieb mit der höchsten Besucherzahl der Badesaison

bei den doppelt durchgezogenen Linien bedeuten:

I : zwingender Wert (imperativ) nach EG - Richtlinie (18)
G : Leitwert (guide) nach EG - Richtlinie (18)
T : Titer - Grenzwerte nach Erlaß über die Qualität von Badegewässern (6)
R : Richtwert nach Trinkwasserverordnung (20)
A : Grenzwert nach ALBRECHT (1) (vgl. 4.2.)

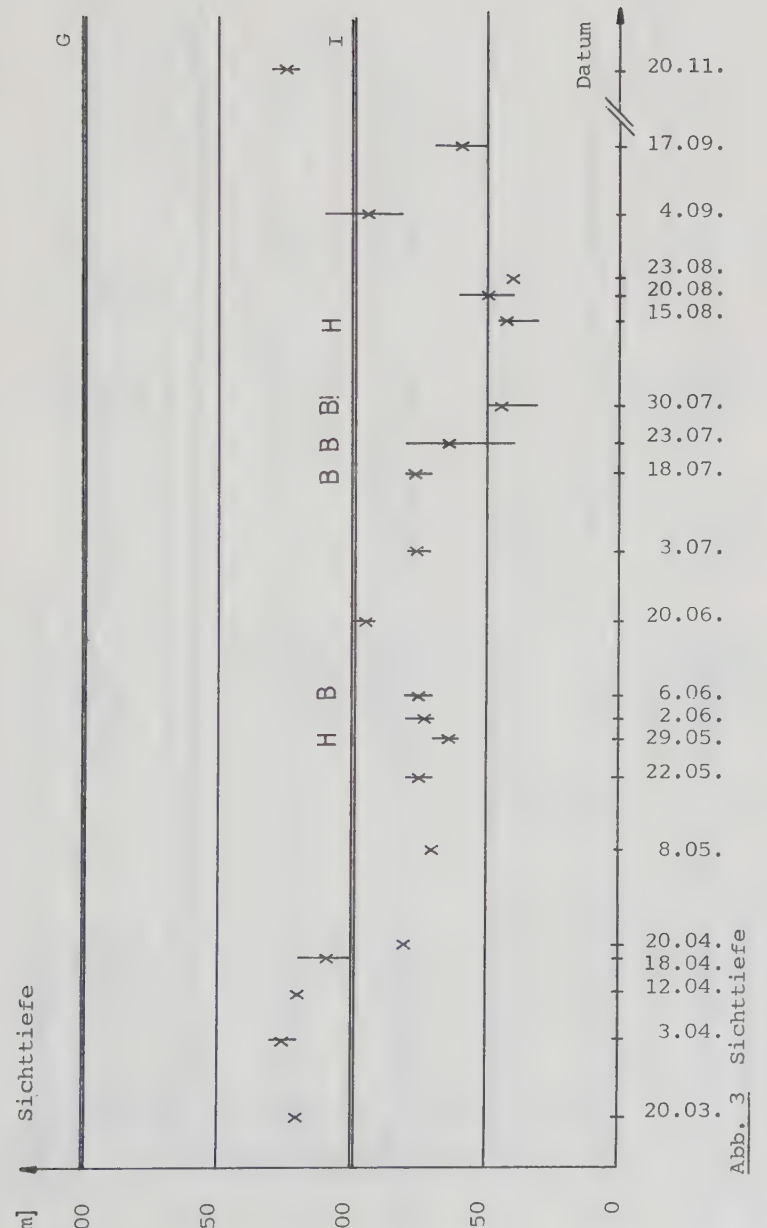

Abb. 3 Sichttiefe

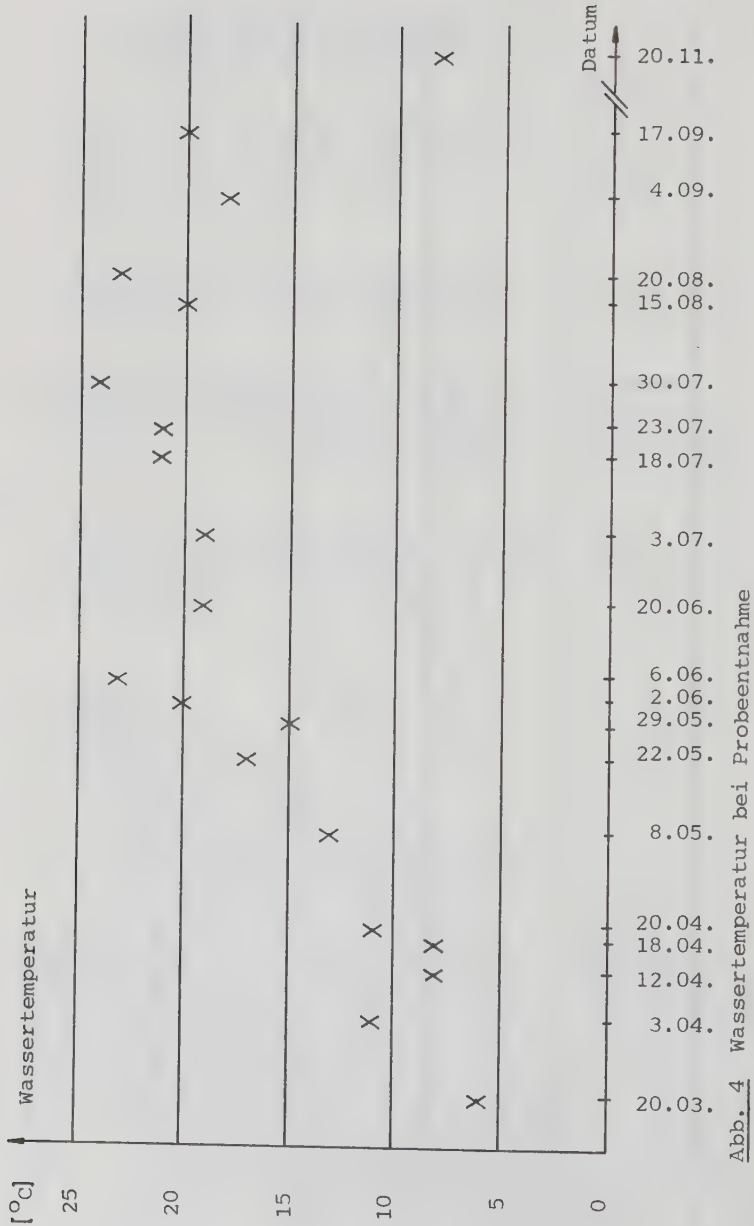

Abb. 4 Wassertemperatur bei Probeentnahme

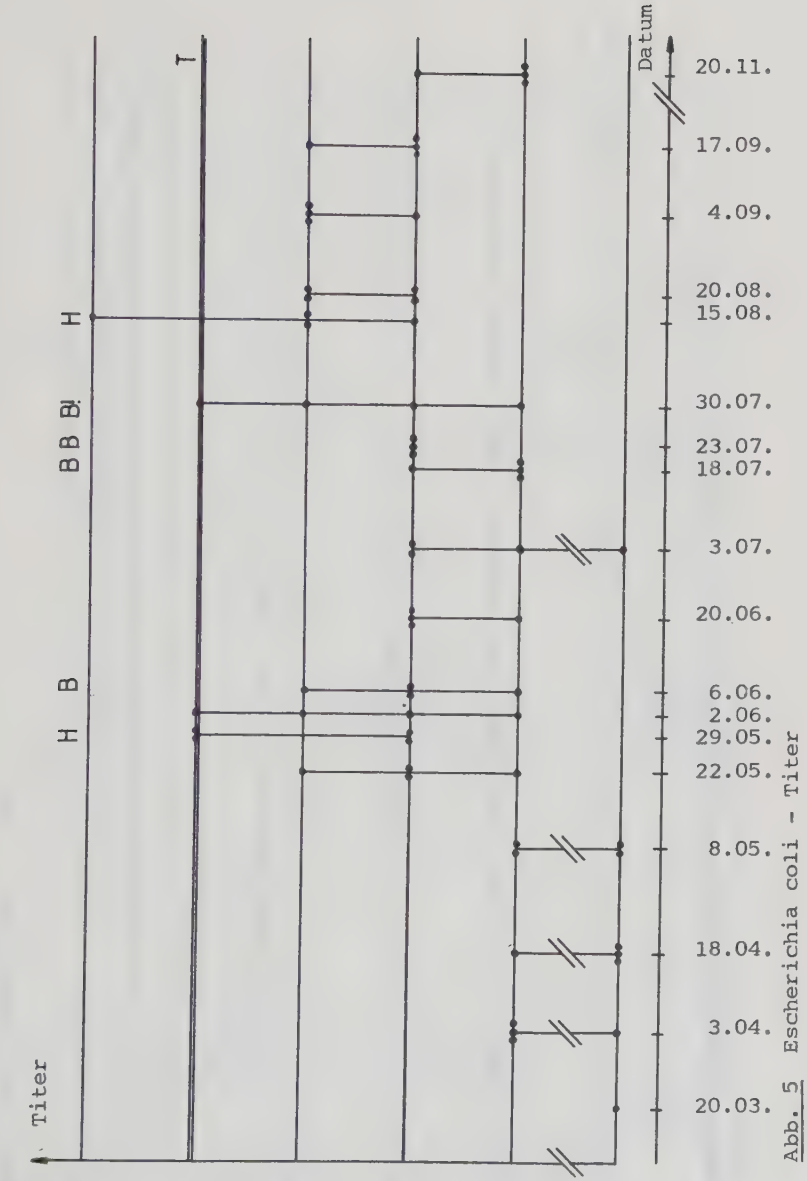

Abb. 5 Escherichia coli - Titer

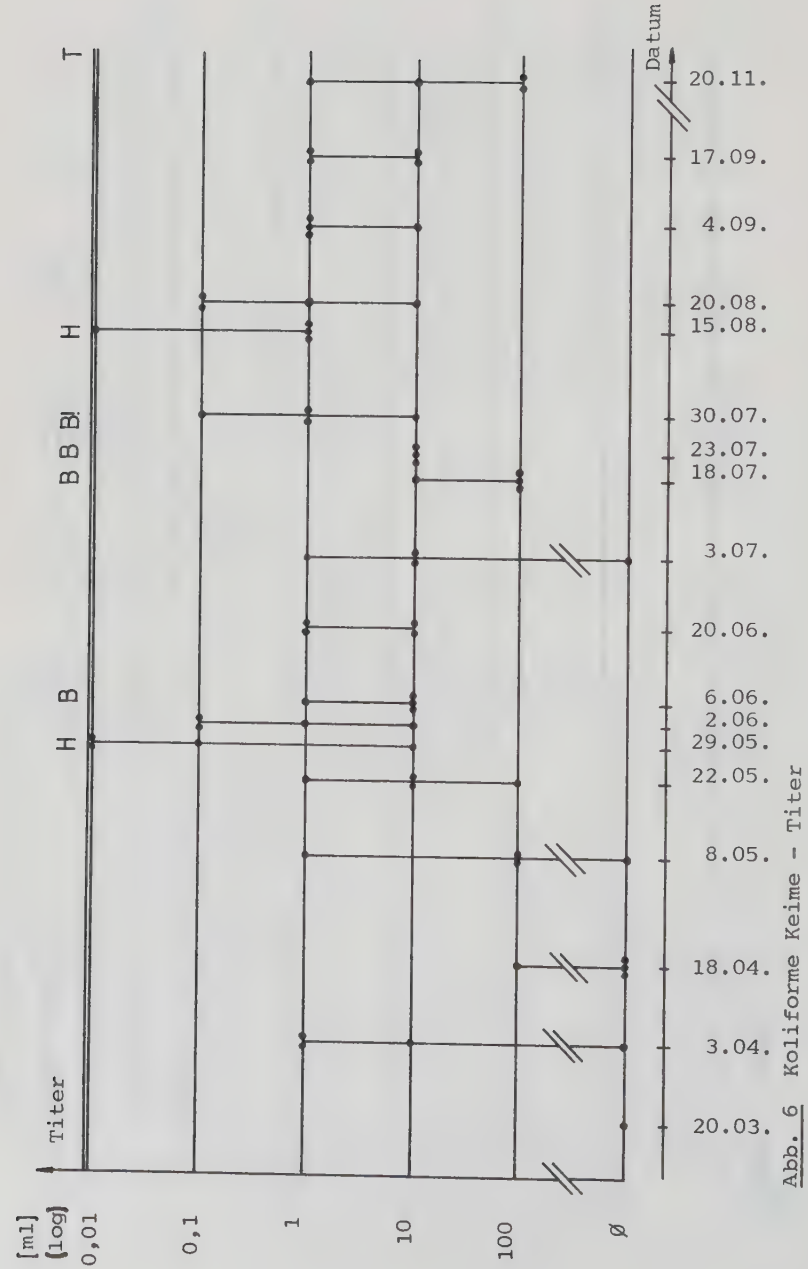

Abb. 6 Koliforme Keime - Titer

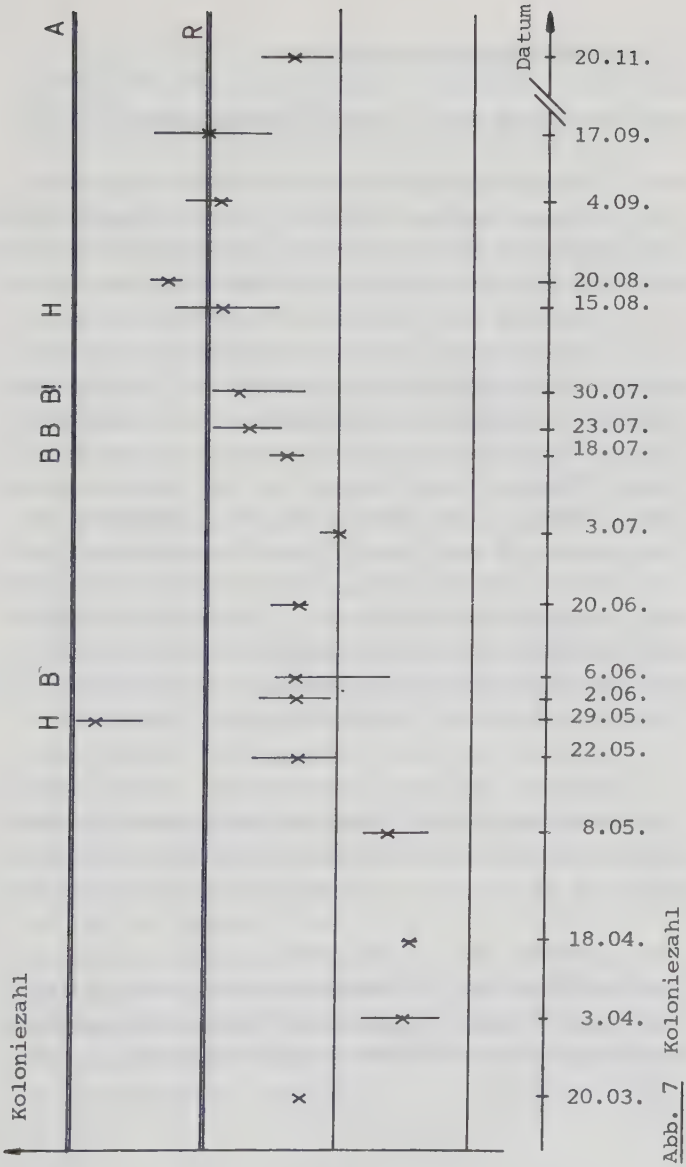

Abb. 7 Koloniezahl

4. Bewertung der Ergebnisse

4.1. Bewertung der Untersuchungsergebnisse vor Ort

Die gemessenen Wassertemperaturen des Baggersees (vgl. Tab. 2 und Abb. 4) in 30 cm Tiefe lagen während der Badesaison 1978 bei Werten um 20°C; die höchsten gemessenen Werte betrugen 23°C und 24°C (Juni/Juli).

Bei diesen scheinbar idealen Badewassertemperaturen muß jedoch berücksichtigt werden, "(...) daß insbesondere zu Beginn der Badesaison in den Monaten Mai und Juni durch das Vorhandensein von ausgesprochenen Temperaturschichtungen in den Kiesgruben mit Temperaturunterschieden von 4 - 5°C das Baden in Kiesgruben mit außerordentlichen Gefahren verbunden ist. In den übrigen Monaten der Badesaison besteht durch Temperaturschichtungen eine nur unbedeutende Gefährdung der Badenden, doch können auch durch Konvektionsströmungen im Wasser kühlere Wassermassen auftreten." (13, S. 125f)

In Baggerseen ertrinken immer wieder junge, gesunde, vorwiegend männliche Badegäste, wobei als Ursache ein akutes Herzversagen durch Kälteschock angenommen wird (2, 13).

Die Forderung nach einer ausreichenden Sichttiefe wird so unabhängig von ästhetischen Gesichtspunkten verständlich; eine geringe Sichttiefe erschwert die Rettung von Ertrinkenden erheblich oder macht sie sogar unmöglich.

FREYTAG (8) fordert aus Sicherheitsgründen eine Sichttiefe von 1,5 m; ebenso CARLSON (4), der jedoch einschränkt, daß sich diese Forderung während der Wasserblüte nicht immer einhalten läßt.
In der EG - Richtlinie wird ein Leitwert von 2 m und ein zwingender Wert von 1 m angegeben (6, 18).

Diese Forderungen erfüllte der Baggersee bei Kirchentellinsfurt während der Badesaison 1978 nicht. Selbst der zwingende Wert von 1 m wurde in den Monaten Mai bis September häufig extrem unterschritten, wobei die geringsten gemessenen Sichttiefen 25 cm und 30 cm betrugen (vgl. Tab. 1 und Abb. 3).

Als Faktoren, die diese extrem geringe Sichttiefe bewirken, sind anzusehen:

- das unbefestigte Ufer, von dem Schlamm und Erde durch Regen in den See eingeschwemmt werden
- das Aufwirbeln von Schlamm im See durch Badegäste
- die beiden Überschwemmungen im Mai und August
- die starke Veralgung im August (vgl. 4.3.)

Diese Zusammenhänge werden in Abb. 3 deutlich.
Es bleibt jedoch festzustellen, daß selbst in den Monaten März und November die gemessenen Sichttiefen nie 130 cm überschritten.

ALTHAUS und BEWIG (2) weisen auf die Notwendigkeit von ausreichend mit Trinkwasser beschickten Duschen entlang des Badestrandes hin, wobei das Duschwasser der Kanalisation zuzuführen sei.

Duschen sind am Kirchentellinsfurter Baggersee nicht vorhanden; ein Toilettenwagen, der während der Badesaison aufgestellt wird, kann angesichts der hohen Besucherzahlen nicht als ausreichend angesehen werden.

Als unzureichend ist auch der Uferbereich zu bezeichnen, da er bis auf einen kleinen Kiesstrand (Entnahmestelle IV) zu steil und außerdem unbefestigt ist.
ALTHAUS und BEWIG (2) fordern, daß der den Erholungssuchenden zugängliche Uferbereich nur ein geringes, gleichbleibendes Gefälle aufweisen darf.

Bezüglich der in der EG - Richtlinie (18) angeführten Parameter Färbung, Mineralöle, Tenside, Phenol, Teer-Rückstände und schwimmende Körper wie Holz, Kunststoff, Flaschen, Gefäße aus Glas, Kunststoff, Gummi oder sonstigen Stoffen, Bruch oder Splitter gab es während der Badesaison 1978 bis auf wenige Ausnahmen (siehe Tab. 3) keine besonderen Auffälligkeiten.

4.2. Beurteilung der bakteriologischen Untersuchungsergebnisse

Der direkte Nachweis von Krankheitserregern im Badewasser ist zwar möglich, jedoch sind die Verfahren, wie HAVEMEISTER (11) betont, aufwendig und zeitraubend. Nach heutiger übereinstimmender Auffassung seien hygienisch relevante Fäkalbelastungen (und somit auch der Verdünnungsgrad einer möglichen Kontamination mit Krankheitserregern) am besten mit sogenannten Indikatorbakterien wie z.B. Escherichia coli zu erfassen (vgl. 11).

Auch BORNEFF (3) weist darauf hin, daß die Kontrolle der Bäder (hier: Schwimmbäder) mittels bakteriologischer Kriterien erfolgt (Trinkwasserbakteriologie: Koloniezahlen, Koliformenwerte) und auf den Nachweis von Krankheitserregern verzichtet.

Eine Untersuchung auf Streptococcus faecalis, Salmonellen und Darmviren wie in der EG - Richtlinie (18) angeführt, erfolgte im Rahmen dieser Arbeit nicht.

Die Grenzwerte für E. coli als "Fäkalindikator" und koliforme Keime sind in Tab. 19 zusammengestellt.

Tab. 19 Grenzwerte für E. coli
und koliforme Keime

EG - Richtlinie (18)

E. coli (fäkalkoliforme Bakterien)	
Leitwert	100/100 ml
zwingender Wert	2000/100 ml
koliforme Keime (gesamtkoliforme Bakterien)	
Leitwert	500/100 ml
zwingender Wert	10000/100 ml

Erlaß über die Qualität von Badegewässern (6)

fäkalkoliforme Bakterien	1000/100 ml
(= Titer von E. coli 0,1 ml)	
gesamtkoliforme Bakterien	10000/100 ml
(= Titer von koliformen Bakterien 0,01 ml)	

Anmerkung:

Bei den vorliegenden Untersuchungen wurden die Titer für E. coli und koliforme Keime bestimmt und nicht die in der EG - Richtlinie (18) angegebenen Absolutzahlen/100 ml, die auf anderen Untersuchungsmethoden beruhen.
Bei den folgenden Bewertungen werden die im Erlaß über die Qualität von Badegewässern (6) angegebenen Titer zum Vergleich herangezogen, obwohl diese Gleichsetzung von Titern und Absolutzahlen/100 ml im o.g. Erlaß (6) strenggenommen eine nicht ganz zulässige Vereinfachung darstellt.

Der Vergleich der gefundenen Titer für E. coli und koliforme Keime (Tab. 4 und 5, Abb. 5 und 6) mit den in Tab. 19 angegebenen Grenzwerten läßt folgende Aussagen zu:

- Vor der Badesaison werden die Grenzwerte deutlich unterschritten.
- Nach dem ersten Dammbruch wird für E. coli ein Titer bis 0,1 ml und für koliforme Keime ein Titer bis 0,01 ml gefunden, wobei auch höhere Titer von jeweils 10 ml gemessen werden. Dies ist mit dem Einschwemmen von Naturdung von den umliegenden Wiesen während der Überschwemmung des Sees sowie dem Einfließen von Neckarwasser zu erklären (am 17.09.1978 wurden im Neckarwasser auf Höhe des Baggersees E. coli - Titer von 0,01 ml und 0,001 ml gemessen).
- Nach Rückgang des Hochwassers nehmen die gefundenen Titer wieder zu, obwohl inzwischen die Badesaison begonnen hat. Vom 06.06. bis zum 23.07. 1978 werden die Grenzwerte bei allen Messungen unterschritten.
- Ein Abfall der Titer ist erst nach dem stärksten Badebetrieb (30.07.1978) zu verzeichnen. Die Grenzwerte werden dabei nicht überschritten. Obwohl die Wasserproben mitten aus der Badezone genommen wurden, ist kein starkes Absinken der Wasserqualität in bakteriologischer Hinsicht festzustellen.
- Nach dem zweiten Hochwasser und dem erneuten Dammbruch (Werte vom 15.08.1978) wird für E. coli bei Entnahmestelle I ein Titer von 0,01 ml gemessen, der einzige Wert, der als Grenzüberschreitung gelten kann. Die übrigen Werte der Titer für E. coli und koliforme Keime erreichen oder unterschreiten an diesem Tag die Grenzwerte.

- Nach Rückgang der zweiten Überschwemmung nehmen die Titer relativ rasch zu, erreichen jedoch bis zur letzten Bestimmung am 20.11.1978 die Ausgangswerte vom März und April nicht ganz.

Eine klare Trennung des Einflusses der beiden Dammbrüche und der Badegäste auf die Entwicklung der Titer von E. coli und koliformen Keimen ist nicht möglich.
Festzuhalten bleibt, daß der Titer für E. coli nur nach dem zweiten Dammbruch den in Tab. 19 angegebenen Grenzwert einmal an einer Entnahmestelle überschreitet und insgesamt nur viermal (nach dem ersten Dammbruch und dem stärksten Badebetrieb) erreicht. Der Titer für koliforme Keime erreicht den Grenzwert bei insgesamt drei Messungen jeweils nach den beiden Dammbrüchen, die übrigen Werte liegen unterhalb des Grenzwertes.

Bei allen Entnahmen nach Badebetrieb (Zeitraum vom 06.06. bis 30.07.1978) werden somit Titer für E. coli und koliforme Keime gefunden, die im Sinne des Erlasses über die Qualität von Badegewässern (6) als tolerabel zu bezeichnen sind.

Der Parameter Koloniezahl wird in der EG - Richtlinie (18) nicht aufgeführt. Daß die Koloniezahl dennoch einen Anhalt für die bakteriologische Verunreinigung des Wassers gibt, wird aus dem sehr ähnlichen zeitlichen Verlauf der Koloniezahl und der Titer von E. coli und koliformen Keimen bei den vorliegenden Untersuchungen deutlich.
Auch TIEFENBRUNNER und PSENNER (19) nehmen die Koloniezahl in ihre hygienisch - mikrobiologischen Untersuchungen von Badeseen auf; ALBRECHT (1) zieht sie zur Beurteilung von Badewässern im Medizinaluntersuchungsamt Trier heran (s.u.).

An die Wasserbeschaffenheit von Beckenbädern werden sehr hohe Anforderungen gestellt; sie soll der Trinkwasserqualität entsprechen und höchstens zweistellige Keimzahlen aufweisen (4). Die Trinkwasserverordnung (20) setzt für die Koloniezahl einen Grenzwert von 1000/ml und einen Richtwert von 100/ml fest.
An Freibadegewässer sind jedoch andere Maßstäbe anzulegen (1, 4). Nach ALBRECHT (1) sind im Badewasser von Seen Koloniezahlen/ml von 0 bis 10000 bakteriologisch nicht zu beanstanden.
Dieser Grenzwert wird während des gesamten Untersuchungszeitraumes unterschritten. Selbst nach den beiden Dammbrüchen werden Koloniezahlen unter 10000/ml im Baggerseewasser gefunden, obwohl Neckarwasser in den See eingeflossen war (Koloniezahlen im Neckarwasser am 17.09.1978 ca. 25000/ml).

Bemerkenswert sind auch die vor dem ersten Dammbruch gemessenen Koloniezahlen von unter 100/ml, die den Anforderungen an die Trinkwasserqualität gerecht werden (4, 20).
Der Einfluß von Badegästen auf die Koloniezahl ist gering; während der Zeit des Badebetriebes liegen die Koloniezahlen bei allen Messungen unter 1000/ml.

4.3. Bewertung der physikalisch - chemischen Untersuchungsergebnisse

Der in der EG - Richtlinie (18) als zwingender Wert angegebene pH - Bereich von 6 - 9 wird bei allen Untersuchungen eingehalten (vgl. Tab. 7).
Auf die Sauerstoffsättigung (Tab. 18), die in der EG - Richtlinie (18) mit einem Leitwert von 80 - 120 % angegeben wird, und die zum Teil erheblich über- aber auch unterschritten wird, soll im Folgenden noch näher eingegangen werden.
Zu den übrigen chemischen Parametern wie Ammoniak, Nitrat oder Phosphat werden in der EG - Richtlinie (18) keine Werte angegeben.

CARLSON (4) fordert für natürliche Freibadegewässer, daß der Gehalt an Ammonium 0,1 mg/l nicht überschreiten soll. "Höhere Werte weisen darauf hin, daß die Selbstreinigungskraft des Wassers gehemmt oder überbeansprucht ist." (4, S. 170) Der Verschmutzungsindikator Ammonium ist bei den Untersuchungen vom 20.03. bis 20.05.1978 nicht nachweisbar. Nach dem ersten Dammbruch werden die Werte positiv und übersteigen den von CARLSON (4) angegebenen Sollwert bis um das 15 - fache. Eine Beurteilung des Einflusses der Badegäste auf den Ammoniumgehalt des Seewassers ist jedoch infolge der beiden Dammbrüche nicht möglich.

Ebenfalls von CARLSON (4) wird ein Sollwert für den $KMnO_4$ - Verbrauch (d.h. die Oxydierbarkeit als Maß für die Menge der gelösten organischen Substanzen) angegeben; er soll 25 mg/l bzw. 35 mg/l während der Wasserblüte nicht überschreiten. Diese Werte werden trotz der starken Veralgung Ende August 1978 eingehalten; die höchsten gemessenen Werte lagen unter 30 mg/l (Tab. 17).

Eine Bewertung der Parameter Chlorid und Sulfat (Tab. 12 und 13) erscheint aufgrund der beiden Dammbrüche und der nicht möglichen Abgrenzung gegenüber dem Einfluß der Badegäste auf diese Werte nicht sinnvoll.

Auf die zeitliche Entwicklung der Parameter Nitrit, Nitrat und Phosphat soll näher eingegangen werden. Aus Tab. 9, 10 und 11 ist zu ersehen, daß bei Messungen kurz vor bzw. kurz nach dem ersten Dammbruch die Nitrit - Konzentration auf das Doppelte, die Nitrat - Konzentration auf das etwa Sechsfache und die Phosphat - Konzentration auf das über Sechsfache ansteigen.
Diese erheblichen Veränderungen der chemischen Zusammensetzung des Baggerseewassers durch das Neckarwasser besteht während der gesamten Badesaison und wird durch den zweiten Dammbruch noch verstärkt. Erst bei den letzten Messungen am 20.11.1978 nähern sich die Werte wieder den Ausgangswerten vom Frühjahr. Ein Einfluß der Badegäste auf diese Parameter ist somit nicht zu erfassen.

Die starke Veralgung mit Blasenbildung, die am 23.08.1978 zu verzeichnen ist, und die nach Aussagen von langjährigen Besuchern des Kirchentellinsfurter Baggersees in den Jahren zuvor nicht beobachtet worden sei, geht mit einer deutlichen Abnahme der Karbonat- bzw. Gesamthärte sowie einem übermäßigen Anstieg der Sauerstoffsättigung (über 300 %) einher.

Ein Maß für diese Bioaktivität ist die sogenannte "biogene Entkalkung" (10). Diese biogene Entkalkung ist durch die erhöhte Zufuhr an Nitrat, vor allem aber an Phosphat, dem bei der Eutrophierung die

Schlüsselfunktion zukommt (10), nach den beiden Dammbrüchen und dem dadurch begünstigten Algenwachstum erklärbar. Bei der Assimilation verbrauchen die Algen freie Kohlensäure aus dem Wasser; dadurch kommt es zur Verschiebung des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichtes mit Kalkausfällungen und entsprechender Erniedrigung der Karbonat- und Gesamthärte. Die enorm hohen Sauerstoffsättigungswerte sind mit dem Eintrag von Sauerstoff in das Seewasser durch die starke Assimilationstätigkeit der wuchernden Algen zu erklären.

4.4. Zusammenfassende Bewertung

Bei der zusammenfassenden Bewertung der in der Badesaison 1978 im Kirchentellinsfurter Baggersee gefundenen Untersuchungsergebnisse muß zwischen den verschiedenen Parametern unterschieden werden.

Bei den Untersuchungen vor Ort fällt vor allem die unzureichende Sichttiefe auf; hier wird ein Zusammenhang zwischen der Abnahme der Sichttiefe sowohl mit zunehmendem Badebetrieb als auch mit den beiden Dammbrüchen und der darauf folgenden Veralgung deutlich. Festzuhalten ist, daß auch die vor der Badesaison und den beiden Dammbrüchen gemessenen Ausgangswerte die in der EG - Richtlinie (18) aufgestellten Anforderungen nicht erfüllen. Dies ist ein nicht tolerabler Zustand, da die Rettung von Ertrinkenden erschwert oder sogar unmöglich wird (vgl. 4.1.).

Als unbefriedigend sind ferner die unzureichenden sanitären Anlagen und die zu steilen und unbefestigten Uferbereiche anzusehen (vgl. 4.1.).

Die untersuchten bakteriologischen Parameter zeigen, daß sich die Badewasserqualität bei starkem Badebetrieb zwar verschlechtert, die im Erlaß über die Qualität von Badegewässern (6) festgelegten Grenzwerte jedoch auch bei Probenahmen mitten aus der Badezone noch eingehalten werden.
Die bakteriologischen Meßergebnisse sind für den Badebetrieb als tolerabel anzusehen.

Für die physikalisch - chemischen Befunde läßt sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen den beiden Dammbrüchen und der anschließenden Verunreinigung des Baggersees mit Neckarwasser aufzeigen und eine Erklärung für die starke Veralgung Ende August 1978 finden.
Die Grenzwertangaben für die physikalisch - chemischen Befunde sind sehr unvollständig, so daß Vergleiche mit den gemessenen Werten kaum möglich sind.
Ein Einfluß der Badegäste auf die hier gemessenen Werte kann nicht festgestellt werden.

Da zur hygienischen Beurteilung eines Badegewässers nach FREYTAG (8) alle Gesichtspunkte berücksichtigt werden müssen, kann der Kirchentellinsfurter Baggersee nicht uneingeschränkt als Badegewässer empfohlen werden. Das Baden in diesem See ist mit Risiken für die Sicherheit der Badegäste verbunden.

5. Zusammenfassung

Der Kirchentellinsfurter Baggersee ist ein weitbekanntes Badegewässer bei Tübingen, das an warmen Sommertagen mehrere tausend Besucher anlockt.
Eingehend auf den Begriff "Badewasserqualität" wird in dieser Arbeit untersucht, ob die Wasserqualität dieses Sees den Ansprüchen genügt, die an ein Badegewässer zu stellen sind, und welchen Einfluß die Badegäste auf die Badewasserqualität haben.
Die Untersuchungen beinhalten Messungen und Beobachtungen vor Ort sowie bakteriologische und physikalisch - chemische Parameter.
Die Beurteilung der Untersuchungsergebnisse wird durch die Besonderheiten der Badesaison 1978 mit starken Regenfällen und anschließender Durchströmung des Sees mit Neckarwasser infolge eines zweimaligen Dammbruches zwischen See und Neckar erschwert.
Bei den Untersuchungen vor Ort fallen vor allem die zu geringen Sichttiefen sowie die unzureichenden sanitären Anlagen und zu steile, unbefestigte Uferbereiche auf.
Die bakteriologischen Befunde zeigen tolerable Werte.
Ein Einfluß der Badegäste auf die physikalisch - chemischen Parameter kann nicht aufgezeigt werden; es wird aber ein Zusammenhang zwischen der Verunreinigung des Sees mit Neckarwasser und einer starken Veralgung deutlich.

6. Literaturverzeichnis

1. ALBRECHT, J.: Bakteriologische Qualität und Beurteilung von Badewasser. Dtsch. Med. Wschr. 101: 1702 - 1703, 1976

2. ALTHAUS, W., F. BEWIG: Zur Beurteilung von offenen Gewässern für Badezwecke. Stuttgart: Gustav Fischer [Schriftenreihe für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Bd 43] 45 - 58, 1975

3. BORNEFF, J.: Hygiene. Ein Leitfaden für Studenten und Ärzte. 3. Überarb. und erw. Aufl. Stuttgart: Thieme 1977

4. CARLSON, S.: Zur Hygiene der Freibadegewässer und öffentlichen Schwimmbäder. Infektionsrisiko - Anforderungen an die Wasserbeschaffenheit. Bundesgesundheitsblatt Nr. 12 vom 10. Juni 1966, 169 - 173

5. CARLSON, S.: Bakteriologische Qualitätskriterien an Meeresküsten, für Freibadegewässer und Schwimmbeckenwasser. Archiv des Badewesens 29: 19 - 22, 1976

6. Erlaß über die Qualität von Badegewässern vom 30. Juni 1978. Gemeinsames Amtsblatt des Landes Baden - Württemberg vom 17. Oktober 1978, 1017 - 1027

7. Fachgruppe Wasserchemie in der Gesellschaft Deutscher Chemiker (Hrsg.): Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser -, Abwasser - und Schlamm - Untersuchung - physikalische und bakteriologische Verfahren. 3. Aufl. Weinheim/Bergstr.: Chemie GmbH 1960

8. FREYTAG, B.: Hygienische Gesichtspunkte für das Baden in Seen. In: Wasser für die Erholungslandschaft, Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie XXVI. München, Wien: Oldenbourg 1975, 111 - 112

9. GLÄNZER, U.: Ergebnisse und Messungen in Baggerseen und ihre Deutung. Garten und Landschaft 11: 489 - 499, 1972

10. HAMM, A.: Chemisch - biologische Gewässeruntersuchungen an Kleinseen und Baggerseen im Großraum München im Hinblick auf die Bade- und Erholungsfunktion. In: Wasser für die Erholungslandschaft, Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie XXVI. München, Wien: Oldenbourg 1975, 75 - 109

11. HAVEMEISTER, G.: Hygienische Beurteilung des Meerwassers an Küstengewässern. Archiv des Badewesens 13: 474 - 476, 1960

12. HÖLL, K.: Wasser - Untersuchung, Beurteilung, Aufbereitung, Chemie, Bakteriologie, Virologie, Biologie. 6. Aufl. Berlin, New York: Walter de Gruyter 1979

13. KLOTTER, H.-E., G. ECK: Über das Baden in Kies- und Sandgruben (Baggerseen). Städtehygiene 7: 124 - 128, 1963

14. KLOTTER, H.-E., G. ECK: Untersuchungen über Temperatur- und Schichtungsverhältnisse in Kies- und Sandgruben (Baggerseen). Die Wasserwirtschaft 1964, 170 - 173

15. KNAPP, W.: Untersuchungen zur Hygiene des Badewassers in Freibädern. Archiv des Badewesens 13: 267 - 278, 1960

16. KÖHLER, W., H. MOCHMANN: Grundriß der medizinischen Mikrobiologie. 4. Aufl. Jena: VEB Gustav Fischer 1975

17. Landesanstalt für Umweltschutz Baden - Württemberg (Hrsg.): Wasserwirtschaftliche Untersuchungen Baggerseen. Institut für Wasser- und Abfallwirtschaft Karlsruhe, 2. Bericht, Juni 1977

18. Richtlinie über die Qualität der Badegewässer vom 8. Dezember 1975. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 5. Februar 1976 (Nichtveröffentlichungsbedürftige Rechtsakte), Nr. L31/1 - Nr. L31/7

19. TIEFENBRUNNER, F., R. PSENNER: Vergleichende hygienisch - mikrobiologische Untersuchungen von unterschiedlich belasteten Badeseen. Stuttgart: Gustav Fischer [Schriftenreihe für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Bd 43] 65 - 81, 1975

20. Verordnung über Trinkwasser und über Brauchwasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung) vom 31. Januar 1975. Bundesgesetzblatt Teil I, Nr. 16 vom 15. Februar 1975, 453 - 461

21. WACHS, B.: Bakteriologische Wasserbeschaffenheit von Baggerseen und kleinen natürlichen Badeseen im Großraum von München. In: Wasser für die Erholungslandschaft, Münchner Beiträge zur Abwasser-, Fischerei- und Flußbiologie XXVI. München, Wien: Oldenbourg 1975, 112 - 142

Lebenslauf

Am 29.12.1951 wurde ich, Joachim Arno Groß, als Sohn des Erich Groß und der Anneliese Groß, geborene Wierheim, in Calw, Baden-Württemberg, geboren.

Von 1959 bis 1962 besuchte ich die Volksschule in Pforzheim und von 1962 bis 1964 die Volksschule in Gechingen.

Im April 1964 trat ich in das mathematisch-naturwissenschaftliche Hermann-Hesse-Gymnasium in Calw ein, wo ich am 16.06.1972 die Reifeprüfung bestand.

Das Studium der Humanmedizin nahm ich im Sommersemester 1973 an der Universität Tübingen auf; die ärztliche Vorprüfung bestand ich am 25.08.1975 in Reutlingen, den ersten Abschnitt der ärztlichen Prüfung am 31.03.1977 in Tübingen und den zweiten Abschnitt der ärztlichen Prüfung am 15.03.1979 in Tübingen. Den dritten Abschnitt der ärztlichen Prüfung legte ich am 10.04.1980 in Reutlingen und am 23.04.1980 in Sindelfingen mit Erfolg ab.

Am 01.07.1980 wurde mir vom Regierungspräsidium Stuttgart die Approbation als Arzt erteilt.

Vom 01.10.1980 bis zum 31.03.1983 war ich als Assistenzarzt der Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin im Kreiskrankenhaus Nagold tätig.

Seit dem 01.04.1983 arbeite ich als Assistenzarzt der Abteilung Anästhesie und Intensivmedizin im städtischen Krankenhaus Sindelfingen.